

Ю. А. Шешукова^{*}, О. А. Хакимова

ОАО «Ревдинский завод ОЦМ», г. Ревда

^{*}*SheshukovaUA@rzocm.ru*

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук Ю. Н. Логинов

АНИЗОТРОПИЯ СВОЙСТВ СЛОЖНОЛЕГИРОВАННОЙ ЛАТУНИ CuZn30Al2Mn3SiNiCr

Выполнены измерения твердости в трех ортогональных направлениях образцов латуни CuZn30Al2Mn3SiNiCr. Обнаружено проявление анизотропии твердости: при перемещении индентора в радиальном направлении твердость по Виккерсу оказывается на 30 %, по Роквеллу на 5 % и по Бринеллю на 9 % ниже, чем в остальных направлениях.

Ключевые слова: сложнолегированная латунь, медно-цинковые сплавы, синхронизаторы коробок передач автомобиля, прессование, механические свойства, твердость, анизотропия, пластичность.

Yu. A. Sheshukova, O. A. Khakimova

ANISOTROPY OF THE PROPERTIES OF COMPLEX BRASS OF CuZn30Al2Mn3SiNiCr

Hardness measurements were made in three orthogonal directions on brass CuZn30Al2Mn3SiNiCr were measured. The manifestation of hardness anisotropy is revealed: when the indenter moves in the radial direction, Vickers hardness is 30 %, Rockwell is 5 % and Brinell is 9 % lower than in the other directions.

Keywords: complex-alloyed brass, copper-zinc alloys, synchronizers of automobile gearboxes, pressing, mechanical properties, hardness, anisotropy, plasticity.

В автомобильной промышленности используются медно-цинковые сплавы повышенной прочности и износостойкости, находящие применение для изготовления узлов и деталей, работающих в тяжелых условиях. К ним относятся кольца синхронизаторов коробки передач. Обычная схема производства таких колец предполагала изготовление методом горячего прессования трубы относительно большого диаметра, нарезку из трубы колец и формование из них зубчатых шестерен синхронизатора. При проектировании коробок передач для различных модификаций автомобилей применялись заготовки из различных марок латуни. Особенности подготовки к прессованию и последующей горячей

обработки одних из недавно разработанных марок латуни ЛМЦАЖН обсуждались в работе [1], латуни ЛМЦАЖКС в работе [2]. На смену этих марок латуней приходят другие, обладающие повышенными эксплуатационными характеристиками. Одна из латуней имеет химический состав, оцениваемый сочетанием $\text{CuZn30Al2Mn3SiNiCr}$ или ЛМцАКХН 62–3–2–0,8–0,2–0,4. Наличие в ней хрома позволяет дополнительно упрочнить металл в сочетании с дополнительными приемами обработки. Последние исследования в области изучения свойств меди и медных сплавов показывают на возможность проявления ощутимой анизотропии свойств [3–5], что приходится учитывать конструкторам и технологам. Для трубных заготовок, получаемых методом горячего прессования, аналогичные исследования в области материаловедения титана привели к необходимости введения параметров Кернса, которые оказались введены даже в стандартизованные характеристики материала [6, 7].

Испытанию подвергли образцы трубной заготовки размером наружным диаметром 67,8 мм и внутренним диаметром 53 мм. Последовательность получения этих труб включала приготовление сплава, отливку непрерывнолитой заготовки, горячее прессование со скальпированием и прессовой прошивкой на горизонтальном гидравлическом прессе усилием 31,5 МН при температуре 670 °С, правку на косовалковой правильной машине и безокислительный отжиг в проходной печи при температуре (450–470) °С и скорости 3 м/ч.

Общий объем выборки измерений твердости составил 720 значений. Средние значения твердости по выборкам из 240 измерений составили: 214 *HV*; 91 *HRB* и 64 *HB*. Значимые различия по величинам твердости наблюдаются по радиальной, тангенциальной и осевой координатам. Наибольшие значения твердости *HRB* и *HB* наблюдаются на площадках, ориентированных вдоль оси прессования *z*. Этого не наблюдается при измерении твердости методом Виккерса, что можно объяснить различиями в условиях испытания. При этом общей чертой результатов испытаний являются резко меньшие значения твердости на площадках, ориентированных ортогонально радиальной координате *r*. Относительная разница этого отличия составляет 30 % для *HV*, 5 % для *HRB* и 9 % для *HB*. Дополнительное подтверждение существенной разницы в значениях твердости по Виккерсу, измеренных в различных направлениях, приведено на рисунке, где отражены относительные частоты измерений для выборки измерений по радиусу (слева) и в остальных направлениях (справа). Видно, что диапазоны частот довольно сильно отстоят друг от друга. Это говорит о значительной текстурованности изучаемой марки латуни. Применительно к двойной латуни этот эффект обсуждался в статье [8], а применительно к алюминиевой латуни – в статье [9].

Следует также отметить, что отмеченная в технических требованиях на продукцию черта по достижению необходимой твердости для продукции 80 *HRB*, не пересекается во всех случаях выполненных измерений.

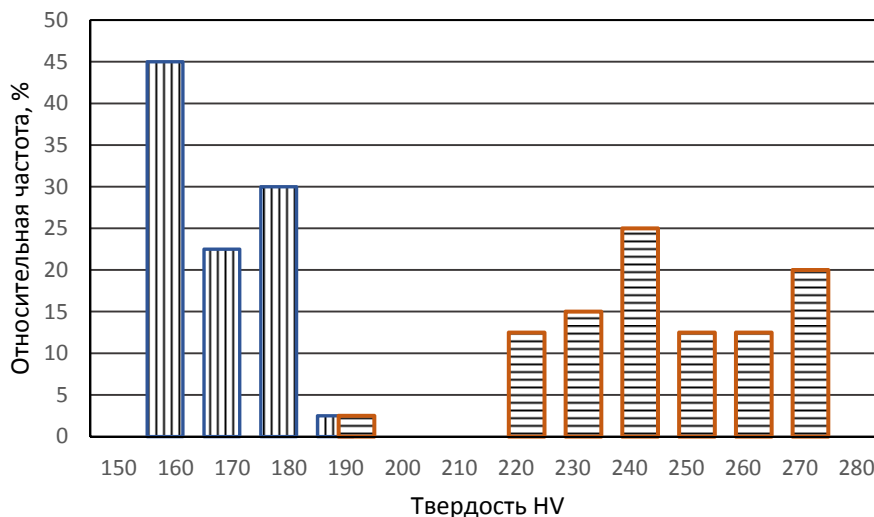


Рис. Относительные частоты измерений для выборки измерений твердости HV по радиусу (вертикальная штриховка) и в остальных направлениях (горизонтальная штриховка)

Практическая значимость работы заключается в установлении анизотропии твердости сплава, что может уточнить подход к отбору образцов для испытаний у изготовителя продукции и у заказчика этой продукции.

Выводы. Выполненные измерения механических свойств латуни CuZn30Al2Mn3SiNiCr в горячепрессованном состоянии показали, что в промышленных условиях производства наблюдается значительная дисперсия твердости, временного сопротивления, условного предела текучести и относительного удлинения до разрыва, что объяснено сложностью химического состава, фазового и структурного состояния сплава. Установлены средние значения достигаемых в производственных условиях величин $\sigma_{0,2} = 519$ МПа, $\sigma_b = 783$ МПа, $\delta = 8$ %, *HRB* = 91. Обнаружено проявление анизотропии твердости: при перемещении индентора в радиальном направлении твердость по Виккерсу оказывается на 30 %, по Роквеллу на 5 % и по Бринеллю на 9 % ниже, чем в остальных направлениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчинников А. С. Разработка технологии изготовления труб из сложнолегированной латуни ЛМЦАЖН / А. С. Овчинников,

- Ю. Н. Логинов // Заготовительные производства в машиностроении. 2014. № 11. С. 24–28.
2. Овчинников А. С. Особенности прессования труб из сложнолегированной латуни ЛМЦАЖКС / А. С. Овчинников, Ю. Н. Логинов // Производство проката. 2012. № 4. С. 38–41.
 3. Логинов Ю. Н. Проявления текстуры в полуфабрикатах из меди / Ю. Н. Логинов, В. В. Котов // Особенности обработки и применения изделий из тяжелых цветных металлов: материалы Международной научно-практической конференции. 2006. С. 368–377.
 4. Влияние направления кристаллизации на анизотропию пластического течения непрерывнолитой меди / Ю. Н. Логинов [и др.] // Литейщик России. 2008. № 10. С. 36–38.
 5. Логинов Ю. Н. Формоизменение и сопротивление деформации анизотропной непрерывно-литой меди / Ю. Н. Логинов, А. Ю. Зуев // Заготовительные производства в машиностроении. 2011. № 1. С. 32–37.
 6. Логинов Ю. Н. Аналитическое исследование с использованием МКЭ прессования α -титановых сплавов и прогнозом ориентации текстуры / Ю. Н. Логинов, А. А. Ершов // Технология легких сплавов. 2012. № 3. С. 79–87.
 7. Логинов Ю. Н. Метод определения параметров Кернса / Заводская лаборатория. Диагностика материалов // Ю. Н. Логинов, В. В. Котов, В. Г. Смирнов. 2010. Т. 76. № 11. С. 39–43.
 8. Severe mechanical anisotropy of high-strength ultrafine grained Cu–Zn tubes processed by parallel tubular channel angular pressing (PTCAP) / V. Tavakkoli [et al.] // Materials Science & Engineering A. 2015. V. 625. P. 50–55.
 9. Effects of microstructure on the deformation behavior, mechanical properties and residual stress of cold-rolled HA177-2 aluminum brass tube / Yongda Mo [et al.] // Journal of Materials Processing Technology. 2016. V. 235. P. 75–84.